

## 令和2年度終了 豆類振興事業助成金（試験研究）の成果概要

- 1 課題名 機械収穫適性に優れ秋播き小麦の前作物に適した早生小豆品種開発のための DNA マーカーの開発と新品種導入に対する農家意向調査



## 2 研究実施者

研究代表者 森正彦 帯広畜産大学 グローバルアグロメディシン研究センター農畜産学研究部門 助教

分担 堀内優貴 北海道立総合研究機構農業研究本部 十勝農業試験場 研究部豆類畑作グループ 研究主任

河野洋一 帯広畜産大学 環境農学研究部門 助教

- 3 実施期間 平成30年度～令和2年度（3年間）

## 4 試験研究の成果概要

## (1) 試験研究の目的

これまで小豆品種の中に、9月中旬までに安定して収穫を完了できる早生品種はありませんでした。また、小豆は大豆と異なり機械化収穫適性の低い草型であるため、大型コンバインを導入した収穫が進んでおらず、収穫作業にかかる時間がかかります。このため小豆は、9月下旬に播種する秋播き小麦の前作物として不適であるとされています。しかし最近になって、早生性や機械収穫適性等の有用特性をもつ小豆が開発され、小豆を秋播き小麦の前作物として使用する基盤が整いはじめてきました。

今後、機械収穫適性と早生性をあわせもつ品種を育成するためには、早生性がどのような遺伝様式により決定しているのかを明らかにする必要があります。また、早生性と機械収穫適性が共存可能かを検証する必要があります。さらに、育種において確実に早生性をもつ小豆を選抜するためにはDNA マーカーを開発することが重要となります。

加えて、これまで小豆を秋播き小麦の前作物として使用する概念が無かったため、実際に有用品種が開発された際にどの程度の需要が見込めるかは不透明であります。そこで、新品種導入が農家経済に与える効果を検証するとともに、農家および地域の品種導入に関わる意向調査を行うことで新品種が農業の現場に与える効果を早期に予測しておく必要があります。

このため本課題では、早生品種系統と機械収穫適性をもつ長胚軸系統の交配後代を用いて遺伝解析を行い、早生性の遺伝様式を解明するとともに、早生性の選抜を可能とするDNA マーカーを開発することを目的としました。また、新品種が出来た際の現場への導入効果を明らかにすることに取り組みました。

## (2) 実施計画、手法

### 1) 早生・普通胚軸品種／系統と中生・長胚軸系統の交配後代における遺伝解析

目的：早生・普通胚軸品種系統と中生・長胚軸系統の交配後代について、成熟期の遺伝様式を解明するとともに、胚軸長との関係性を明らかにすること。

材料と調査項目：早生・普通胚軸品種の「ちはやひめ」と中生・長胚軸系統の「十育 161 号」の交配後代の F2 世代および F9 世代について、成熟期、胚軸長、成熟期の葉落ち程度を調査しました。

### 2) 早生性をもつ系統を選抜するための DNA マーカーの開発

目的：早生個体を選抜可能な DNA マーカーを開発すること。

材料と調査項目：アズキの全ゲノムをカバーする DNA マーカーし、1) で供試した全個体の遺伝子型を決定しました。その後、各種形質と DNA マーカーとの関係性を解析しました。

### 3) DNA マーカーの有効性検証

目的：2) で効果のあった DNA マーカーについて、他の交配組み合わせでも選抜効果があるかを検証すること。

材料：早生・普通胚軸品種／中生・長胚軸系統の交配 F2 集団の「十系 1121 号」×「十育 160 号」、「十系 1121 号」×「ちはやひめ」の計 2 組を供試しました。そして、2) で開発した計 4 つの DNA マーカーを用いて、成熟日数と胚軸長および草丈への影響を検証しました。

### 4) 品種開発時の波及効果検証

目的：新品種が導入された際の農家経済の変化および農家と地域の新品種導入に対する意識を明確にすること。

調査：地域別および経営規模別に小豆の作付け意向調査と新品種導入の動機と制限要因について聞き取り調査を行いました。

## (3) 成果の概要

### 1) 早生・普通胚軸品種／系統と中生・長胚軸系統の交配後代における遺伝解析

平成 30 年度には、早生・普通胚軸品種の「ちはやひめ」と中生・長胚軸系統の「十育 161 号」の交配後代 F2 世代を 186 個体供試して、十勝農業試験場にて試験栽培を行いました。F2 個体の成熟日は早生と晩生の双方に大きく分離し、25 日以上の差異が観察されました。成熟日数に関わらず胚軸の長い個体が多数出現したことから、早生性かつ機械収穫適性をあわせもつ品種の育成が可能であることが示されました。

令和 2 年度には、「十育 161 号」と「ちはやひめ」との交配後代 F9 世代 114 系統を供試して、胚軸長および成熟期を調査しました。胚軸長については「十育 161 号」と同程度の長胚軸性をもつ個体が、播種から成熟までの日数については「ちはやひめ」と同等の早生性をもつ個体が一定の頻度で出現することがわかりました。

## 2) 早生性をもつ系統を選抜するための DNA マーカーの開発

令和元年度は、「ちはやひめ」と「十育 161 号」の交配後代 F2 世代 96 個体で成熟日数に関わる DNA マーカーの探索を行いました。その結果、第 4 染色体に座乗する DNA マーカー (LG4\_1) が成熟日数に関与することが示されました。しかし、この領域は植物体のサイズが成熟日数に大きな影響をおよぼす可能性がありました (小さい植物は成熟が早く、大きい植物は成熟が遅い傾向)。

そこで令和 2 年度は、世代が進み安定して形質を評価できる「十育 161 号」と「ちはやひめ」との交配後代 F9 世代 114 系統を供試して上述と同様の解析を進めました。その結果、成熟日数に関わる 2 つの DNA マーカー (第 1 染色体 : LG1、第 4 染色体 : LG4\_2) と胚軸長に関わる 2 つの DNA マーカー (第 7 染色体 : LG7、第 10 染色体 : LG10) をそれぞれ異なる染色体上に検出しました。この結果から、成熟日数と胚軸長は、異なる遺伝子によって制御されていることが明らかとなりました。また、F9 世代で特定した LG4\_2 は、F2 世代で特定した LG4\_1 とは異なる場所であることがわかりました。

## 3) DNA マーカーの有効性検証

2) で開発した成熟日数に関連する DNA マーカー (LG4\_1 と LG\_2) と胚軸長に関連する LG7 と LG10 の DNA マーカーの効果をもつこと、早生・普通胚軸品種／中生・長胚軸系統の交配 F2 集団の計 2 組を用いて検証しました。

LG4\_2 は「十系 1121 号」×「十育 160 号」、「十系 1121 号」×「ちはやひめ」の両集団において早生型 (「ちはやひめ」あるいは「十育 160 号」) の対立遺伝子をもつことで成熟日数を早める傾向があり、有効性が示されました。一方、LG4\_1 は中生型の「十系 1121 号」の対立遺伝子をもつことで成熟日数を早める効果がありました。しかし、この領域は早生化にともない草丈が小さくなる (収量が減少する) 傾向が見られました。

胚軸長に関連する LG7 と LG10 の DNA マーカーは 2 つの集団において長胚軸型の対立遺伝子 (十系 1121 号) をもつことで胚軸を長くしました。また、LG7 を長胚軸型にもつことで、草丈を大きくし、成熟日数が若干遅くなる効果のあることが示されました。

以上の結果から、早生性の選抜に有効な DNA マーカーとして LG4\_1 と LG4\_2 を選定しました。

## 4) 品種開発時の波及効果検証

品種開発時の波及効果を検証するために、平成 30 年度は十勝地域およびオホーツク地域において、生産者に既存品種に対する小豆の作付け意向調査を行いました。その結果から、十勝地域では「前作作物としての機能」「遅めの作付け時期」「効率的な管理・収穫作業」「価格の維持・安定」が、オホーツク管内の網走地域においては「輪作の重要要因として機能」「価格の維持・安定」が、北見

地域においては「土壌条件に適した栽培品種の確立」「効率的な管理・収穫作業」がそれぞれ作付けの動機要因であることがわかりました。次に、新品種が開発された際に対するヒアリング結果から「収穫期が早まる」こと、「他作物との労働力の競合解消の可能性」が期待できることをメリットとして、一方で「これまでの輪作体系を変更すること」「新たに機械導入をするなどの投資の可否」などがデメリットとしてあげられました。

令和元年度は、異なる経営規模の農家に対して新品種導入の動機と制限要因の聞き取り調査を行いました。経営規模に関わらず、小豆は輪作上不可欠な作物であり、機械化による効率的な収穫作業を図ることを意識していることが明らかとなりました。また、小・大規模経営においては品種選択時に早生性、耐冷性、耐病性を重視し、中規模経営においては収益性を意識していることがわかりました。さらに、早生性、機械収穫適性の特性をあわせもつ小豆新品種が開発された際には、既存の作業体系よりも小豆に関わる作業が前倒しになるため、前後作物との作業競合が発生しない、機械収穫体系に優れていれば労働力の削減につながるため、秋播き小麦の前作物として新品種を利用する意向があることを確認しました。

#### (4) 今後の課題

DNA マーカーを活用して、機械収穫適性に優れ秋播き小麦の前作物に適した早生小豆品種を実際に開発すること。

#### (5) 成果の波及効果

本事業で開発した早生性を選抜する 2 種類の DNA マーカーと長胚軸性を選抜する 2 種類の DNA マーカーを育種現場において活用することで、機械収穫適性と早生性をあわせもつ品種が早期に開発されて、生産現場に普及することが期待できます。

#### (6) 論文、特許等

##### 【学会発表】

1. アズキの機械化適性向上を目指した取り組み. 森正彦. 第 11 回大豆研究会 (2018)
2. ダイズ開花関連遺伝子のオルソログが北海道アズキの成熟日に及ぼす影響. 吉田透、堀内優貴、得字圭彦、加藤清明、森正彦. 日本作物学会第 247 回講演会 (2019)
3. 小豆新品種の畑作経営への導入条件. 河野洋一、森正彦. 実践総合農学会 (2019)